

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-037219

(43)Date of publication of application : 10.02.1994

(51)Int.Cl.

H01L 23/40  
H01L 23/473

(21)Application number : 04-188464

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 16.07.1992

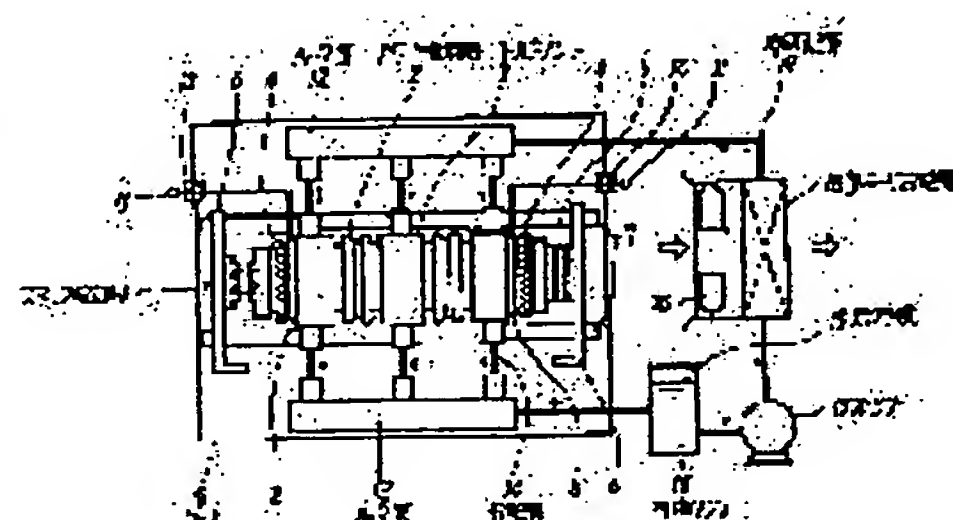
(72)Inventor : AZUMA IZUMI

## (54) COOLING UNIT FOR POWER SEMICONDUCTOR DEVICE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide the cooling unit for a small-sized and light weight power semiconductor device having high cooling capacity.

CONSTITUTION: A cold plate 3, inside of which a refrigerant path is formed, and semiconductor devices 2 are stacked on a stack assembled body 1 which is constituted by alternately stacking a plurality of flat type power semiconductor devices 2 and cold plates 3, and a branch pipeline is arranged in parallel between each cold plate 3 and the header pipes 12 and 13 of the refrigerant circulation path through the intermediary of the distribution pipe 14 of an insulating pipe. Then, an electric insulative liquid refrigerant 15 such as fluorocarbon and the like is forcedly circulated between the cold plates 3 and an outside radiator, and the generated heat of the semiconductor devices 2 is radiated to outside the system through the radiator 18 and the semiconductor device 2 are cooled.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 23.05.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(12)公開特許公報 (A)

(19)日本国特許庁(JP)

特開平6-37219

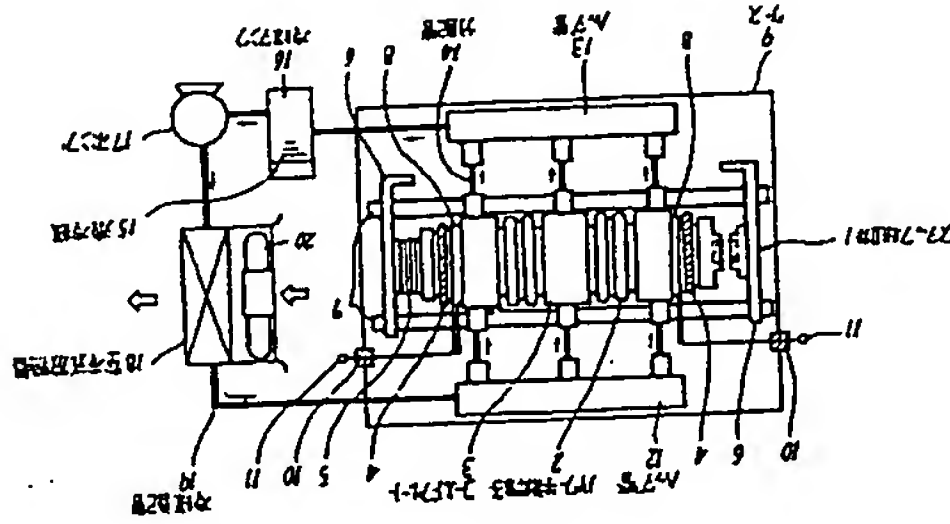
(43)公開日 平成6年(1994)2月10日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	発明の名称	発明の種別	発明の分野	発明の種別	発明の種別
H01L 23/40 23/473	半導体素子の冷却装置	D	半導体素子の冷却装置	D	D

(21) 出願番号	(22) 出願日	(71) 出願人	(72) 発明者	(73) 代理人
特願平4-188404	平成4年(1992)7月16日	富士電機株式会社 神奈川県横浜市川崎区田辺新田1番1号	近 泉 神奈川県横浜市川崎区田辺新田1番1号	非理士 山口 敏 神奈川県横浜市川崎区田辺新田1番1号

(54)【発明の名称】 パワー半導体素子の冷却装置

(57)【要約】  
【目的】 冷却性能が高く、しかも装置全体の小形、軽量化を図れるようにしたパワー半導体素子の冷却装置を提供する。  
【構成】 複数の半導体素子2を積層して構成したスタック組立体1に対し、プレート内部に冷却通路を形成したコールドプレート3を半導体素子2の各側面と交互に重ねて介装し、かつ各コールドプレート3と冷却通路のヘッド管1, 2, 13との間を絶縁パイプの分岐管14を介して並列に接続配管した上で、外部の放熱器18との間で送液ポンプ15を強制循環流し、半導体素子2の発生熱を放熱器18を通じて系外に放熱して冷却する。



【特許請求の範囲】  
【請求項1】 複数の半導体素子2を積層して構成したスタック組立体1に対し、プレート内部に冷却通路を形成したコールドプレート3を半導体素子2の各側面と交互に重ねて介装し、かつ各コールドプレート3と冷却通路のヘッド管との間を絶縁パイプを介して並列に接続配管した上で、外部の放熱器との間で電気伝導性の放熱媒体を強制循環流して半導体素子2の発生熱を系外に放熱することを特徴とするパワー半導体素子の冷却装置。  
【請求項2】 請求項1記載の冷却装置において、放熱媒体がシリコンカーボンであることを特徴とするパワー半導体素子の冷却装置。

【請求項3】 請求項1記載の冷却装置において、コールドプレート3の内部に形成した冷却通路が、入口、出口側のヘッド管と、両側面ヘッド管との間にまたがる複数のトンネル状通路とからなることを特徴とするパワー半導体素子の冷却装置。  
【請求項4】 請求項2記載の冷却装置において、トンネル状通路が凹凸を呈した溝穴であることを特徴とするパワー半導体素子の冷却装置。  
【請求項5】 請求項1記載の冷却装置において、コールドプレート3の内部に形成した冷却通路が、止切壁を備えてプレート3の厚さ方向に並ぶ内外二重構造の入口、出口側ヘッド管と、入口側ヘッド管から出口側ヘッド管に向けて前記止切壁の壁面に分散穿孔した冷却通路ノズル穴とからなることを特徴とするパワー半導体素子の冷却装置。

【請求項6】 請求項4記載の冷却装置において、入口、出口側の各ヘッド管の内部に伝熱フィンを重ねた放射状の補強リブを設けたことを特徴とするパワー半導体素子の冷却装置。

【発明の詳細な説明】  
【0001】  
【背景技術】 本発明は、車両に搭載して使用する電力変換用のサイリスタ、ダイオードモジュールなどを対象としたパワー半導体素子の冷却装置に関する。  
【0002】  
【従来の技術】 従来のパワー半導体素子は、複数の半導体素子2（サイリスタ）をヒートシンクと交互に重ね合わせて構成したスタック組立体として構成されたものである。一方、通電に伴う半導体素子2の発生熱を冷却する冷却方式としては、強制空冷方式、水冷却方式、沸騰冷却方式などが従来より知られており、最近では冷却性能、メンテナンス性の面から強制循環流しが多く採用されている。この強制循環流しは、周知のように半導体素子2のスタック組立体を密閉圧力容器内でフロンなどの液体媒体に浸漬し、冷却媒体の沸騰、凝縮サイクルによって半導体素子2の発生熱を系外に放熱して冷却するようにしたのである。  
【0003】

50

ヘッド管の間を絶縁パイプで並列配管したことで、配

【発明が解決しようとする課題】 ところで、車両搭載用パワー半導体素子の冷却装置では、高い冷却性能に加え、軽量化が重要な課題となる。かかる点、前記した沸騰冷却方式では半導体素子2のスタック組立体を密封した密閉容器内に組み込んで液体媒体に浸漬させるために、装置全体の重量が重くなるほか、保安性の面から圧力容器の強度、シール性が厳しく要求されているためコスト高となる。  
【0004】 本発明は上記の点にかんがみながら、高冷却性能があり、その目的は前記課題を解決して冷却性能が高く、しかも小形、軽量化が図れるようにしたパワー半導体素子の冷却装置を提供することにある。

【0005】  
【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明の冷却装置は、複数の半導体素子2を積層して構成したスタック組立体に対し、プレート内部に冷却通路を形成したコールドプレート3を半導体素子2の各側面と交互に重ねて介装し、かつ各コールドプレート3と冷却通路のヘッド管との間を絶縁パイプにより並列に接続配管した上で、外部の放熱器との間で電気伝導性の放熱媒体を強制循環流して半導体素子2の発生熱を系外に放熱するように構成するものとする。  
【0006】 また、前記構成の冷却装置の構成に際しては、次のような実施形態がある。

(1) 放熱媒体として、電気伝導性、熱伝導性に優れた性質を有するシリコンカーボンを採用する。

(2) コールドプレート3の内部に、入口、出口側のヘッド管と、両側面ヘッド管との間にまたがる複数のトンネル状通路とからなる冷却通路を形成する。さらに冷却通路を流れると放熱媒体とコールドプレート3との間の熱伝導性を高めるために、前記トンネル状通路の内壁面に凹凸を設ける。

【0007】 (3) コールドプレート3の内部に、止切壁を備えてプレート3の厚さ方向に並ぶ内外二重構造の入口、出口側ヘッド管と、入口側ヘッド管から出口側ヘッド管に向けて前記止切壁の壁面に分散穿孔した冷却通路ノズル穴とからなる冷却通路を形成する。また、かかる構造のコールドプレート3に対して、機械的強度、伝熱性をさらに高めるために、入口、出口側の各ヘッド管の内部に伝熱フィンを重ねた放射状の補強リブを設ける。  
【0008】

【作用】 前記の構成において、パワー半導体素子2の発生熱は素子2の電極面からコールドプレート3に伝熱し、さらにコールドプレート3内を強制循環流する放熱媒体に熱移動した後、放熱器を通じて系外に放熱される。ここで、スタック組立体に分散介装した各コールドプレート3に対して、放熱媒体を並列的に流すことにより各半導体素子2が均等に冷却される。この場合、放熱媒体として電気伝導性の高いシリコンカーボンを採用し、かつ各コールドプレート3とヘッド管の間を絶縁パイプで並列配管したことで、配

50

ヘッド管の間を絶縁パイプで並列配管したことで、配

Fig. 1  
Fig. 2  
Fig. 3  
Fig. 4  
Fig. 5  
Fig. 6  
Fig. 7  
Fig. 8  
Fig. 9  
Fig. 10  
Fig. 11  
Fig. 12  
Fig. 13  
Fig. 14  
Fig. 15  
Fig. 16  
Fig. 17  
Fig. 18  
Fig. 19  
Fig. 20  
Fig. 21  
Fig. 22  
Fig. 23  
Fig. 24  
Fig. 25  
Fig. 26  
Fig. 27  
Fig. 28  
Fig. 29  
Fig. 30  
Fig. 31  
Fig. 32  
Fig. 33  
Fig. 34  
Fig. 35  
Fig. 36  
Fig. 37  
Fig. 38  
Fig. 39  
Fig. 40  
Fig. 41  
Fig. 42  
Fig. 43  
Fig. 44  
Fig. 45  
Fig. 46  
Fig. 47  
Fig. 48  
Fig. 49  
Fig. 50  
Fig. 51  
Fig. 52  
Fig. 53  
Fig. 54  
Fig. 55  
Fig. 56  
Fig. 57  
Fig. 58  
Fig. 59  
Fig. 60  
Fig. 61  
Fig. 62  
Fig. 63  
Fig. 64  
Fig. 65  
Fig. 66  
Fig. 67  
Fig. 68  
Fig. 69  
Fig. 70  
Fig. 71  
Fig. 72  
Fig. 73  
Fig. 74  
Fig. 75  
Fig. 76  
Fig. 77  
Fig. 78  
Fig. 79  
Fig. 80  
Fig. 81  
Fig. 82  
Fig. 83  
Fig. 84  
Fig. 85  
Fig. 86  
Fig. 87  
Fig. 88  
Fig. 89  
Fig. 90  
Fig. 91  
Fig. 92  
Fig. 93  
Fig. 94  
Fig. 95  
Fig. 96  
Fig. 97  
Fig. 98  
Fig. 99  
Fig. 100

管、微冷媒を通じて半導体素子が電氣的に短絡したり、アースされたりするおそれはない。

【0009】また、コールドブレート内部の冷媒通路を前項の実施態様（2）ないし（4）のように形成することにより、コールドブレードを通しての半導体素子と冷媒との間の熱通過率、つまり除熱性がより高まる。特に、前項（2）の構成では冷媒通路の伝熱面積が大きくなるほか、液相媒の乱流効果も加わって高い伝熱効果を得られ、さらに前項（3）の構成によれば、仕切壁のノズル穴を通じて液相媒が半導体素子と接するコールドブレードの受熱面に向けて噴射されるので、除熱効果が飛躍的に向上する。

101001

【実施例】以下本発明の実施例を図面に基づいて説明する。まず、図1において、1は半導体装置のスタック組立体であり、パワー半導体素子（サイリスタ）2と、熱伝導性が高い金属製のコーラルドプレート3とを交互に重ね合わせ、さらにその両端間に絶縁板4、加圧ばね5、絶縁板6などを配し、絶縁スタッド7を介して一々に組立られている。なお、8は外部導出用の端子板である。また、かかるスタック組立体1はケース9の中に収容し、プッシング10を通じて端子板8に接続したリード線11を外方に引き出すようにしている。なお、ケース9は圧力密閉としての機能は必要なく、単純な保護ケースとして構成できる。

【0011】一方、前記コールドプレート3はプレート内部に後述するような冷媒通路が形成されており、かつ個々のコールドプレート3は入口ヘッダ管12と出口ヘッダ管13の間に他はパイプ側の分配管14を介して並列に接続されている。さらに、ヘッダ管13と14との間には、循環液（フロカ）ポンプを採川する）15を収容した冷却タンク16、循環送液ポンプ17、空冷式放熱器18を組山する冷却配管19を接続配管して循環回路を構成している。なお、20は放熱器18の冷却ファンである。

【0012】かかる構成で半導体装置の運転時にはポンプ送液により液冷媒15が系内を強制循環し、その過程でヘッダ管12、13を通じてスタック組立体11に介装した各コールドブレート3に液冷媒が分流して流れる。ここで、パワー半導体素子2に発生した熱は素子と重なり合うコールドブレート3に伝熱し、さらにブレード内を流れる液冷媒15に熱移動して除熱される。一方、昇温した液冷媒15は系内を循環する途中で放熱器18を通じて大気中に放熱し、再び低温になってコールドブレート3に循環する。

【0013】次に、簡記したコールドブレート3の内部に形成した冷媒通路の具体的な構造を図2、図3、図4の実施例で説明する。まず、図2の実施例では、波冷媒の入口、出口側にヘンダグ部3a、3bを形成するとともに、ヘンダグ部3aと3bとの間にまたがって複数条のト

4. ノーネル状溝穴（乳穴、あるいは角穴）3cが加工されてお  
り、入口側のヘツダ船3aに流入した極冷媒は溝穴3cを分  
流した後に山口側ヘツダ船3bで合流して流出する。5.

【0014】また、図3の実施例は図2の構造を改良したものであり、ヘッダ部3aと3bとの間に穿孔した溝3dとして穴は、例えばねじ穴のように凹凸のある溝3dとして形成されている。このように凹凸のある溝3dとすることで、吸冷媒に接する燃熱面積が大きくなるほか、溝3dの凹凸面による液冷媒の乱流効果が加わって熱伝率がより一層促進されるようになる。

【0015】図4は、図2、図3とさらに異なる実施例を示すものであり、コールドプレート3の内部には仕切壁3eを隔ててプレートの厚さ方向に並ぶ内外二重構造のヘッダ部3f、3gが形成されており、かつ仕切壁3eの壁面にはヘッダ部3fから3gに向けて液冷媒の噴射ノズル穴3hが分散開口している。さらに、前記ヘッダ部3f、3gには仕切壁3eを挟んで伝熱フィンを兼ねた放射状の補強リップ3iが設けてある。なお、前記ノズル穴3hはコールドプレート3の中心周辺に多く分散している。

【0016】かかる構成により、コールドブプレート3に流入した熔液媒は内側ヘッダ部31より仕切壁32に流れ、ノズル穴33を通じて左右両側のヘッダ部33gに向けて高速噴出し、半導体素子2と接触し合うコールドブプレート3の内壁面を強力に洗流して熱を奪った後、リブ31に沿ってコールドブプレート3の出口より流出する。これにより半導体素子2の発熱に対して高い冷却性能が確保できる。また、前記の補強リブ31は、スクラップ材（例えば1100kgf/cm<sup>2</sup>程度）で、コールドブプレート自身が破壊しないように強度を揃めることができる。また、加熱フィンとしての機能を果たす。

10017

【発明の効果】以上述べたように、水発明によれば、ス  
タック和立体の中で、半導体素子と交互に重ね合わ  
せたコールドプレートに対し、外側から冷却媒を並列的  
に強制通流させるようにしたことにより、効果的に素子  
の発生熱を系外に除熱して各半導体素子を均等に冷却す  
ることができ、また、コールドプレートの内部に形成  
した冷却通路を請求項3ないし6のように構成すること  
で、コールドプレートを紹介して半導体素子と冷却媒との  
間で高い伝熱性が得られる。

【0018】しかも、従来の凍結冷却方式のように密閉圧力容器、および半冻结装置のスタック組立体を冷媒中に没置する必要があるもので装置全体の小形、軽量化が図られ、特に小形、軽量化が要求される車両に搭載するパワーステアリング装置として好適な実用的価値の高い冷却装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例による冷却装置全体の構成配置

50



【図2】図1におけるコールドプレートの一実施例の構成図であり、(a)は縦断側面図、(b)は縦断正面図

(図3) 図2の応用集積例の構造を示す概略断面図

図 4 図 1 におけるコールドプレートのさらに異なる実施例の構成図であり、(a) は縦断側面図、(b) は縦断正面図

【符号の説明】

- |     |           |       |         |
|-----|-----------|-------|---------|
| 1   | スタック組立機   | 13    | 出口側ヘッド管 |
| 2   | パワー半研体素子  | 10 14 | 分配管     |
| 3   | コールドブプレート | 15    | 板冷却     |
| 3 a | ヘッド部      | 17    | ポンプ     |
| 3 b | ヘッド部      | 18    | 空布式放熱器  |

